



**CON ESTUDIOS RECONOCIDOS ANTE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
PÚBLICA (SEP), SEGÚN ACUERDO No.
2006350 DE FECHA 08 DE NOVIEMBRE DEL 2006**

**PLANEAR EL DISEÑO PARA REDES DE TELEFONÍA MÓVIL EN LA BANDA DE 700
MHZ, POR UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO.**

**ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**PRESENTA:
Axel Abraham Valdés Vargas.**

**ASESOR:
Juan Pablo Bernal Saldaña.**

TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, OCTUBRE DEL 2013

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANEAR EL DISEÑO PARA REDES DE TELEFONIA MOVIL EN LA BANDA DE 700 MHZ, POR UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO.	3
3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	4
4. OBJETIVO	6
4.1 OBJETIVO GENERAL	6
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
5. JUSTIFICACIÓN	7
6. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL	10
6.1 TELECOMUNICACIONES	10
6.2 ANTENAS	10
6.2.1 ATENUEACIÓN	10
6.2.2 TIPOS DE ANTENAS	11
6.3 FRECUENCIAS	11
6.3.1 FRECUENCIA MODULADA (FM)	11
6.3.2 AMPLITUD MODULADA (AM)	12
6.3.3 MODULACION DE AMPLITUD EN CUADRATURA (QAM)	12
6.4 ORGANISMOS REGULADORES	13
6.4.1 COFETEL (COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES)	13
6.4.2 UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)	14
6.5 NATURALEZA JURIDICA DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO	16
6.6 REGIONES DE TELECOMUNICACIONES	16
6.7 TIPO DE TERRENO PARA RADIOPROPAGACIÓN	16
7. MARCO DE REFERENCIA	19
7.1 HISTORIA	19
7.2 MISION	20
7.3 VISION	20
7.4 VALORES Y PRINCIPIOS	21
7.5 ORGANIGRAMA	21
8. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	23
8.1 ESTANDARES	24
8.1.1 USA 700	25
8.1.2 APT 700	27
8.2 MEXICO ELIGE APT 700	29

8.3	REGULACION PARA USO ÓPTIMO DE LA BANDA 700 MHZ	31
8.4	DISEÑO DE UNA RED 4G EN LA BANDA 700 MHZ	33
8.4.1	DISEÑO DE AREAS.....	35
8.5	METAS Y OBJETIVOS DEL DISEÑO DE LA RED	35
8.6	FUNDAMENTOS DE DISEÑO	37
8.7	OPCIONES DE DISEÑO	39
9.	CONCLUSIONES.....	42
10.	BIBLIOGRAFÍA	44
11.	APÉNDICES.....	46
a)	MAPAS.....	46
b)	TABLAS	47
c)	GRAFICOS	50
d)	FIGURAS	51

1. INTRODUCCIÓN

La banda de 700 MHz alrededor del mundo se venía ocupando y todavía en algunos países está dedicada a la transmisión de señal televisiva, sin embargo debido a nuevos estándares que los organismos internacionales y regionales de cada país han establecieron, se llegó a la conclusión de que al migrar de la televisión analógica a la digital, se podría dejar ese espectro para su uso en telecomunicaciones, específicamente para el área de telefonía móvil de las redes de cuarta generación (4G) o también conocidas como LTE (Long Term Evolution).

Si bien la migración de la televisión analógica a digital requiere un gran esfuerzo de cada país, tanto de gobiernos como de la gente, esto implicara un beneficio en los servicios de televisión y comunicaciones móviles, este denominado apagón analógico tiene su línea de tiempo delimitada por cada país. Las primeras transiciones que se completaron fueron en Andorra, Australia, Austria y Canadá entre los años 2007-2012, y se presume que los últimos países que realicen la transición serán alrededor del año de 2018 para concluir a nivel mundial dicho apagón.

En el caso de México inicio su apagón analógico en 2013 y se planea que para diciembre de 2015 todo el país haya hecho la conversión a la televisión digital, y con ello liberar todo el espectro de la banda de 700 MHz que esta usado actualmente.

Como se mencionó la importancia de esta banda es el uso que se le dará para las telecomunicaciones en telefonía móvil, pues aunque actualmente existen “redes 4G”, estas se están desplegando en bandas que no tienen un gran alcance en propagación, lo cual implica que se requiera una mayor inversión en las instalaciones y en la cantidad de sitios que se requieren.

Los beneficios que se obtendrán de esta banda además de no requerir una gran inversión, son la propagación de la señal, la calidad y rendimiento de los servicios en comunicaciones.

El propósito de este trabajo es analizar esta banda, los estándares que existen actualmente por los organismos reguladores internacionales como el ITU y el regional que para el caso de México el cual es la Cofetel. Esto con el fin de planear un diseño para una red de telefonía móvil en la banda de 700 MHz.

Esto implicara considerar el escenario global de cómo se han llevado a cabo despliegues de estas redes o planeaciones de las mismas, para después enfocarlo a

nivel nacional, donde se consideraran las características de mercado actual y crecimiento así como cuestiones geográficas y demográficas del país.

Así como de forma técnica las opciones de diseño y consideraciones que se deberán suponer para el análisis antes de diseñar y generar el despliegue de una nueva red de cuarta generación (4G) para una empresa de telecomunicaciones (operadores o distribuidores), de forma que se logre una coexistencia con las redes anteriores 2G y 3G, además que esta planeación para diseño de red contemple una mayor calidad en los servicios.

2. PLANEAR EL DISEÑO PARA REDES DE TELEFONIA MOVIL EN LA BANDA DE 700 MHZ, POR UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO.

3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La importancia de la banda de 700 MHz, provoca que los diversos proveedores de servicios en telecomunicaciones, así como el Estado, pongan su atención, en cuestiones tales como licitaciones, beneficios en el mercado. Con ello nos lleva a analizar ¿porque esta banda?, ¿porque no se usaba antes? Y ¿Cuál es la importancia de usarse en México?

Otra cuestión es la propuesta de un operador mayorista estatal para la explotación de la banda de 700 megahercios (MHz) es una de las opciones que se analiza en la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), aunque no es bien recibida por las empresas del sector. Para Grupo Televisa (Televisa), Nextel y Telefónica Movistar (Movistar) no aceptan que el Estado administre dicha banda de espectro, pues eso significaría un nuevo monopolio, explicaron en el marco la Sexta Conferencia Anual Acorn 2013. Es "un contrasentido que la reforma cree un ente monopólico", dijo Alejandro Hernández, director de Negocios de Telecomunicaciones de TELEVISA en dicho evento.

Por su parte, Miguel Calderón, vicepresidente de Telefónica México, consideró que "la banda de 700 Mhz es crítica para los operadores (especialmente) para los que tenemos que competir contra el incumbente" (América Móvil a través de Teléfonos de México).

Aunque el tema no está en discusión formal, Calderón sugirió que si se ubica a un operador mayorista en dicha banda, éste sólo ocupe la tercera parte de la capacidad y el resto se licite entre los operadores actuales.

Por ello, Antonio Garza, vicepresidente jurídico de Nextel, dijo que "hay mucha incertidumbre, debemos ser muy cuidadosos de no crear un campo de competencia", previendo una competencia desigual.

Por otro lado el apagón digital más allá del incremento en la calidad en video y audio que obtendrán los televidentes con el cambio a la televisión digital terrestre en México, la principal ventaja de esta transición será el abandono de las bandas de 700 y 600 megahertz del espectro electromagnético.

Actualmente, la banda de 700 MHz está siendo utilizada solamente por 19 canales de TV en la frontera norte, y será liberada hasta que se lleve a cabo la transición hacia la TV digital.

Así lo señaló Irene Levy Mustri, académica del Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana y presidenta de Observatel, quien comentó que dichas bandas usadas por la televisión abierta, que serán destinadas al servicio de banda ancha móvil.

Calificó como "muy importante" el ejercicio efectuado en Tijuana, la cual el 18 de julio de 2013 concluyó el "salto" a la televisión digital terrestre con 90 por ciento de penetración en la entidad, porcentaje alcanzado en tan sólo un año.

En un comunicado de la mencionada institución de educación superior, la experta en Derecho de las Telecomunicaciones expresó la importancia de que este cambio se realice en tiempo y forma.

La Cofetel indica que para 2015 debe estar el apagón analógico completo en México, por tal razón es de relevancia empezar a generar una planeación para las compañías que obtengan las licitaciones de partes de espectro de 700 MHz.

Dicha planeación contempla el diseño y optimización de redes de telefonía móvil sobre dichas bandas que pueden ser usada para tecnologías de 3G, y 4G; para lo cual se debe tomar en consideración las redes actuales generar una convergencia, y las características de la banda que proporcionara nuevas ventajas tecnológicas, pero a su vez nuevos retos para adaptar los servicios de voz y datos.

4. OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar sobre la banda de 700 MHz en las redes de telefonía móvil tomando en cuenta que está apunto de liberarse en México por parte de la Cofetel.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Prever posibles escenarios en el ámbito legal y social para esta banda, pues dependiendo del contexto en el que avance la liberación de la misma, se podrá iniciar la propuesta y oferta de productos y servicios para la telefonía móvil.
- Distinguir los alcances de la banda, para la dar los servicios de voz y datos en tecnologías de 3G, y 4G que actualmente están el mercado; y que con este espectro de radio, se espera poder manejar mayores velocidades, una mejor calidad, y llegar a una distancia mayor.
- Evaluar los posibles conflictos que se pueden generar para estas redes, tales como evaluación de tráfico de voz, rendimiento en las tasas de transferencia de datos, interferencia en los sitios y antenas.
- Generar un plan del proceso para el diseño de las redes que podrán ser ofrecidas con los productos y servicios sobre el espectro de radio por liberarse, con el cual se pueda tener una guía inicial con solidez para que fluya la generación de las redes.

5. JUSTIFICACIÓN

El apagón analógico que se está realizando alrededor del mundo está generando la liberación de la banda de 700 MHz, la cual se podrá y se inicia a utilizar para la telefonía móvil en países que han concluido la transición de la televisión analógica a digital.

Uno de los motivos por el cual se eligió pasar a la televisión digital Terrestre (TDT) es la disponibilidad del ancho de banda que actualmente se usa para emisiones analógicas. En consecuencia multitud de sectores están interesados en adquirir parte del dividendo digital, entre ellos los operadores de telecomunicaciones móviles, proveedores de acceso a la banda ancha en zonas rurales, cadenas de televisión, etc.

Esta parte del espectro sería útil a los operadores de telecomunicaciones por dos motivos. Con estas frecuencias se puede dar más cobertura y la penetración en interiores de edificios es mejor, de forma que se precisan menos antenas y por lo tanto menor inversión. Por otra parte con más ancho de banda se pueden ofrecer servicios de datos de tercera y cuarta generación como televisión de movilidad o el acceso a la banda ancha.

Para 2015, los gobiernos alrededor del mundo tienen pensado utilizar de los canales 60-69 para las comunicaciones móviles (banda ancha, 3G, 4G, WiMax,...) dejando del 60 hacia abajo los canales para la TDT. Todo ello supondrá una nueva organización del espectro en los años siguientes al apagón.

Por parte del gobierno de México pospuso la interrupción de la señal televisiva analógica en la ciudad de Tijuana que se había llevado a cabo como una fase inicial o de prueba en el mes de mayo de 2013, debido a un proceso electoral en curso, informó la Cofetel.

Con la Resolución se tuvo que establecer que el 18 de julio de 2013 fuera la nueva fecha para la terminación de transmisiones analógicas en la Ciudad de Tijuana", indicó este órgano en un comunicado, según informó la Agencia France Press.

A pesar de postergar en Tijuana se considera que realizar el “apagón analógico” a nivel nacional el 31 de diciembre de 2015 es posible, en tanto existan recursos suficientes, la norma oficial para la comercialización de televisores digitales

y una intensa campaña de difusión, aseguró el presidente de la Cofetel, Mony de Swaan.

Pues de acuerdo con la política de transición a la TDT, publicada en mayo de 2012, el 31 de diciembre de 2015 será el último día en que se transmitirán señales analógicas en la televisión abierta en todo país.

El calendario de “apagones” señala que Mexicali, Juárez, Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros y Monterrey se “apagarán” en 2013; mientras que la Ciudad de México, Guadalajara y el centro del país lo harían en igual día pero de 2014 y en 2015 el resto del país.

Por otro lado La Cofetel realizó un estudio llamado "Opciones regulatorias para el uso óptimo de la banda de 700 MHz en México", el cual indica que identificaron las ventajas y desventajas en las decisiones sobre cómo se debe licitar dicha banda.

Los dos escenarios que plantea para el aprovechamiento de la banda de 700 MHz son, como primera opción, una subasta al mercado privado (SMP), en la que "el gobierno llevaría a cabo una subasta o concurso (beauty contest) para el espectro de 700 MHz y dejaría a las fuerzas del mercado actuar libremente en el contexto de la actual (y futura) estructura legal del mercado".

La segunda opción es que la banda de 700 MHz sea utilizada por el gobierno para crear un nuevo "ente mayorista", que desplegaría una red inalámbrica nacional y proporcionaría acceso de manera no discriminatoria a los proveedores de servicios inalámbricos minoristas, explicó el órgano regulador.

Con todo esto el órgano regulador realizó una investigación técnico-económica de la cual se desprende que el mayor beneficio económico y social para México se obtendría con la adopción del plan sugerido por la Asia Pacific Telecommunity (APT).

Pues a diferencia de la banda de 2.5 Gigahertz (Ghz), en la cual también se pueden desplegar servicios de Cuarta Generación (4G), la de 700 Mhz requiere menos inversiones para la instalación de radio bases y garantiza una amplia cobertura de servicios.

“Además de las ventajas técnicas, la banda de 700 Mhz tiene como principal es que estará completamente libre, y eso le quitaría la presión a la necesidad de usar espectro para estos servicios en otras bandas que están saturadas o con problemas”.

Por ese motivo las empresas en telecomunicaciones móviles en México, empiezan a generar estrategias para conseguir las licitaciones y con ello obtener nuevos clientes y retener a los actuales dentro del mercado.

Esto implica la generación de productos y servicios que deben ser planeados y diseñados para en cuanto se tenga estas frecuencias se puedan implementar con la mayor calidad y rapidez posible.

Es por esta razón que la planeación del diseño y optimización dentro de la banda de 700 MHz genera un beneficio para la empresa, al contemplar escenarios de problemas recurrentes en las redes así como manejo de tráfico tanto de voz y datos.

6. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

6.1 TELECOMUNICACIONES

Es el estudio y aplicación de la técnica que diseña sistemas que permitan la comunicación a larga distancia, a través de la transmisión y recepción de señales. La definición dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union) para telecomunicación es «toda emisión, transmisión y recepción de signos, señales, escritos e imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos». Típicamente estas señales se propagan a través de ondas electromagnéticas, pero es extensible a cualquier medio que permita la comunicación entre un origen y un destino como medios escritos, sonidos, imágenes. El término «telecomunicación» resulta al añadir a comunicación el prefijo griego tele-, que significa distancia.

6.2 ANTENAS

Cuando hablamos de antenas nos referimos por igual de antenas para emitir que para recibir. La antena propiamente tiene las mismas características para ambas tareas. Así que la misma precisión que tiene para enviar en una determinada dirección es la que tiene para recibir en esa dirección.

6.2.1 ATENUACIÓN

En telecomunicaciones, se denomina atenuación de una señal, sea esta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión de las cuales por dos factores que atenúan la señal a medida que avanza por el aire.

La atenuación del aire no es muy importante, ya que el aire es bastante transparente para frecuencias de microondas como las que usamos para Wireless.

La atenuación que sí es realmente importante es la dispersión de la señal debido a la forma de transmisión. La intensidad de señal se calcula en intensidad de

campo eléctrico por metro cuadrado. Como la señal sale de forma radial desde la antena hacia todas las direcciones, así si enviamos un vatio de potencia ésta se reparte en la esfera alrededor de la antena, a medida que la señal se va alejando de la antena la esfera crece y la misma potencia se reparte en esta esfera mayor, así la intensidad de la señal por metro cuadrado ha bajado. Para hacernos una idea la intensidad de la señal disminuye a razón del cuadrado de la distancia ($1/r^2$ donde r es la distancia a la antena).

6.2.2 TIPOS DE ANTENAS

- Antenas Omnidireccionales: Definimos una antena direccional como aquella que es capaz de radiar energía prácticamente en todas direcciones.
- Antenas Direccionales: Las antenas direccionales son aquellas que han sido concebidas y construidas para favorecer que la mayor parte de la energía sea radiada en una dirección en concreto. Puede darse el caso en que se desee emitir en varias direcciones, pero siempre estaremos hablando de un número de direcciones determinado donde se encontrarán el lóbulo principal y los secundarios.

6.3 FRECUENCIAS

Las bandas de frecuencia son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar. El espacio asignado a las diferentes bandas abarca el espectro de radiofrecuencia y parte del de microondas y está dividido en sectores.

La frecuencia tiene una relación inversa con el concepto de longitud de onda, a mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa. La frecuencia f es igual a la velocidad v de la onda, dividido por la longitud de onda λ (lambda).

6.3.1 FRECUENCIA MODULADA (FM)

La frecuencia modulada es usada comúnmente en las radiofrecuencias de muy alta frecuencia por la alta fidelidad de la radiodifusión de la música y el habla. El sonido

de la televisión analógica también es difundido por medio de FM. Un formulario de banda estrecha se utiliza para comunicaciones de voz en la radio comercial y en las configuraciones de aficionados. El tipo usado en la radiodifusión FM es generalmente llamado amplia-FM o W-FM (de la siglas en inglés "Wide-FM"). En la radio de dos vías, la banda estrecha o N-FM (de la siglas en inglés "Narrow-FM") es utilizada para ahorrar banda estrecha. Además, se utiliza para enviar señales al espacio.

Dentro de las aplicaciones de F.M. se encuentra la radio, en donde los receptores emplean un detector de FM y el sintonizador es capaz de recibir la señal más fuerte de las que transmiten en la misma frecuencia. Otra de las características que presenta F.M., es la de poder transmitir señales estereofónicas, y entre otras de sus aplicaciones se encuentran la televisión, como sub-portadora de sonido; en micrófonos inalámbricos; y como ayuda en navegación aérea.

6.3.2 AMPLITUD MODULADA (AM)

La modulación de amplitud (AM) es una técnica utilizada en la comunicación electrónica, más comúnmente para la transmisión de información a través de una onda portadora de radio. La modulación en amplitud (AM) funciona mediante la variación de la amplitud de la señal transmitida en relación con la información que se envía. Contrastando esta con la modulación de frecuencia, en la que se varía la frecuencia, y la modulación de fase, en la que se varía la fase. A mediados de la década de 1870, una forma de modulación de amplitud, inicialmente llamada "corrientes ondulatorias"-fue el primer método para enviar con éxito audio a través de líneas telefónicas con una aceptable calidad.

6.3.3 MODULACION DE AMPLITUD EN CUADRATURA (QAM)

La Modulación de amplitud en cuadratura (conocida también como QAM por las siglas en inglés de Quadrature amplitude modulation) es una técnica que transporta datos, mediante la modulación de la señal portadora, tanto en amplitud como en fase. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasada en 90° . La señal modulada en QAM está compuesta por la suma lineal de dos señales previamente moduladas en Doble Banda Lateral con Portadora Suprimida.

Se asocian a esta tecnología aplicaciones tales como:

- Modems telefónicos para velocidades superiores a los 2400bps.
- Transmisión de señales de televisión, microondas, satélite (datos a alta velocidad por canales con ancho de banda restringido).
- Modulación TCM (Trellis Coded Modulation), que consigue velocidades de transmisión muy elevadas combinando la modulación con la codificación de canal.
- Módems ADSL que trabajan en el bucle de abonado, a frecuencias situadas entre 24KHz y 1104KHz, pudiendo obtener velocidades de datos de hasta 9Mbps, modulando en QAM diferentes portadoras.

6.4 ORGANISMOS REGULADORES

Las bandas de frecuencia son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar. El espacio asignado a las diferentes bandas abarca el espectro de radiofrecuencia y parte del de microondas y está dividido en sectores.

La frecuencia tiene una relación inversa con el concepto de longitud de onda, a mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa. La frecuencia f es igual a la velocidad v de la onda, dividido por la longitud de onda λ (lambda).

6.4.1 COFETEL (COMISIÓN FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES)

La Comisión Federal de Telecomunicaciones es la institución encargada de regular las telecomunicaciones en México. Es autodefinida como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con autonomía técnica, operativa, de gasto y de gestión, encargado de regular, promover y supervisar el desarrollo eficiente y la cobertura social amplia de las telecomunicaciones y la radiodifusión en México, con autonomía plena para dictar sus resoluciones.

MISIÓN

Que todos los mexicanos tengan acceso a servicios integrales de telecomunicaciones, prestados en un ambiente de sana competencia y donde prevalezcan condiciones propicias para el desarrollo de mayor infraestructura, la eficiente prestación de los servicios y la introducción de nuevas tecnologías.

VISIÓN

Que México se encuentre a la vanguardia de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información, y que exista acceso, diversidad, calidad, mejores precios y cobertura de todos los servicios, en un ambiente competitivo y convergente, que garantice plenamente el beneficio social.

6.4.2 UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de Telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

La UIT es la organización intergubernamental más antigua del mundo, con una historia que se remonta más de 130 años hasta 1865, fecha de la invención de los primeros sistemas telegráficos. Se creó para controlar la interconexión internacional de estos sistemas de telecomunicación pioneros. La UIT ha hecho posible, desde entonces, el desarrollo del teléfono, de las comunicaciones por radio, de la radiodifusión por satélite y de la televisión y, más recientemente, la popularidad de los ordenadores personales y el nacimiento de la era electrónica. La organización se convirtió en un organismo especializado de las Naciones Unidas en 1947.

Posteriormente desde 1998 al año 2003 absorbió a varias organizaciones internacionales responsables del desarrollo tecnológico tales como la ITAA y el Consejo Internacional para la Administración Tecnológica (IBTA).

La UIT:

- Desarrolla estándares que facilitan la interconexión eficaz de las infraestructuras de comunicación nacionales con las redes globales, permitiendo un perfecto intercambio de información, ya sean datos, faxes o simples llamadas de teléfono, desde cualquier país.

- Trabaja para integrar nuevas tecnologías en la red de telecomunicaciones global, para fomentar el desarrollo de nuevas aplicaciones tales como Internet, el correo electrónico y los servicios multimedia.
- Gestiona el reparto del espectro de frecuencias radioeléctricas y de las órbitas de los satélites, recursos naturales limitados utilizados por una amplia gama de equipos incluidos los teléfonos móviles, las radios y televisiones, los sistemas de comunicación por satélite, los sistemas de seguridad por navegación aérea y marítima, así como por los sistemas informáticos sin cable.
- Se esfuerza por mejorar la accesibilidad a las telecomunicaciones en el mundo en desarrollo a través del asesoramiento, la asistencia técnica, la dirección de proyectos, los programas de formación y recursos para la información, y fomentando las agrupaciones entre las empresas de telecomunicaciones, los organismos de financiación y las organizaciones privadas.
- Engloba a 188 Estados Miembros y a más de 450 entidades del sector privado, que trabajan juntos para desarrollar sistemas de telecomunicaciones mejores y más asequibles, y para ponerlos a disposición del mayor número posible de personas.

Está compuesta por tres sectores:

- UIT-T: Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (antes CCITT).
- UIT-R: Sector de Normalización de las Radiocomunicaciones (antes CCIR).
- UIT-D: Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (nuevo).

La sede de la UIT se encuentra en Ginebra (Suiza).

En general, la normativa generada por la UIT está contenida en un amplio conjunto de documentos denominados Recomendaciones, agrupados por Series. Cada serie está compuesta por las Recomendaciones correspondientes a un mismo tema, por ejemplo Tarificación, Mantenimiento, etc. Aunque en las Recomendaciones nunca se "ordena", solo se "recomienda", su contenido, a nivel de

relaciones internacionales, es considerado como mandatorio por las Administraciones y Empresas Operadoras.

6.5 NATURALEZA JURIDICA DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

La Suprema Corte de Justicia de la Nación ha concluido que el espectro radioeléctrico es parte del espacio aéreo previsto en la Ley General de Bienes Nacionales (en lo sucesivo “LGBN”), reglamentaria del artículo 27 Constitucional como un bien sujeto al régimen de dominio público de la Federación a través de su tesis de jurisprudencia 65/2007, derivada de la Acción de Inconstitucionalidad 26/2006 que reza al tenor literal siguiente:

“ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. FORMA PARTE DEL ESPACIO AÉREO, QUE CONSTITUYE UN BIEN NACIONAL DE USO COMÚN SUJETO AL RÉGIMEN DE DOMINIO PÚBLICO DE LA FEDERACIÓN, PARA CUYO APROVECHAMIENTO ESPECIAL SE REQUIERE CONCESIÓN, AUTORIZACIÓN O PERMISO”.

6.6 REGIONES DE TELECOMUNICACIONES

México se divide en 9 regiones para la prestación de servicios de telefonía móvil (o PC) según se muestra en el mapa 6.6 en el apéndice.

En el modelo se utiliza la numeración de región “móvil” todos los datos de masa continental y población, incluso cuando el modelo objetivo de cobertura de población se sitúa en un plano nacional, se muestran por región, como se explica a continuación.

Los datos de población utilizados para el modelaje son aquéllos disponibles más recientemente del INEGI correspondientes a los resultados del Censo 2010. Los datos en cuestión se proporcionan para cada localidad con información detallada para la población: coordenadas de latitud y longitud “Lat/Long”, estado y municipio. Cada localidad es mapeada a mayor detalle a la región de telecomunicaciones a la que pertenece. La población total para México en 2010 fue de 112,336,538 habitantes, localizada en 2,457 municipios y 192 245 localidades.

6.7 TIPO DE TERRENO PARA RADIOPROPAGACIÓN

Un “tipo de terreno para radiopropagación” se define como el tipo de “territorio” que será impactado por la radiopropagación. En este modelo se han utilizado 18 tipos de terreno los cuales se definen a continuación:

- Mar: Áreas de agua costera, incluyendo océanos, bahías y estuarios.
- Aguas continentales: Áreas con agua al aire libre permanentemente, incluyendo cuerpos naturales y artificiales, ya sea estáticos o en movimiento (ríos, presas –es decir, reservorios-, canales y lagos permanentes).
- Pantanos: Áreas de tierra abierta o con vegetación que se inunda periódicamente con agua o cubre con agua fija de poca profundidad.
- Desierto: Áreas que no contienen vegetación.
- Pastizales: Campos agrícolas típicamente caracterizados por su forma geométrica y utilizados para la producción de cosechas anuales (huertos, viñas, ganado de pastoreo y heno, etcétera). Incluye tierra labrada, lotes subdesarrollados, parques y campos de golf.
- Dehesa: Vegetación aislada de pequeños matorrales y áreas de pastizal mixto.
- Bosque joven: Discontinua; densidad mixta (30% - 60% recubierto de follaje), con árboles jóvenes o árboles que por lo general miden menos de 5 (cinco) metros.
- Bosque: Cubierta continua de plantaciones y/o especies de árboles nativos con una altura promedio generalmente superior a los 5 (cinco) metros.
- Pueblo: Área con pocas construcciones dentro de un entorno rural que incluyen clases urbanas y suburbanas.
- Suburbano: Áreas de asentamiento residencial principalmente con casas de 1 (una) planta, con cobertura media de árboles (<30%). La superficie impermeable suma entre 20%-49% de la cobertura total. Incluye áreas denso urbano (8 m – 20 m).
- Denso suburbano: Áreas de asentamiento residencial denso, estructura comercial mixta y de residencias multifamiliares de entre 2 – 4 plantas, con cobertura de árboles (<5%). La superficie impermeable suma entre 50%-79% de la cobertura total.

- Urbano: Áreas altamente desarrolladas que consisten de estructuras mixtas tanto comerciales como residenciales multifamiliares (departamentos, etcétera). La superficie impermeable suma entre 80%-90% de la cobertura total. La altura promedio es por debajo de los 40 (cuarenta) metros.
- Denso urbano: Áreas dentro del perímetro urbano; denso urbano con características construidas generalmente indistintas entre sí. La altura de los edificios es por debajo de los 40 (cuarenta) metros.
- Centro de ciudad: Áreas dentro del perímetro urbano; denso urbano con características construidas generalmente indistintas entre sí. La altura de los edificios es por arriba de los 40 (cuarenta) metros. Incluye tipos de terreno para radiopropagación únicos o pequeños aislados para edificios altos.
- Conjuntos de edificios: Grupos de edificios generalmente angostos que pueden estar paralelos y separados por un espacio abierto; (en su mayoría conjuntos de edificios de oficinas y departamentos).
- Industrial: Áreas industriales/comerciales/institucionales que incluyen edificios con grandes huellas. Las alturas son generalmente por debajo de los 20 (veinte) metros y separados por calles más amplias que 20 (veinte) metros.
- Aeropuerto: Pistas y superficies de aterrizaje.
- Suburbios: Áreas con poca o nula cantidad de vegetación (áreas pavimentadas) dentro de la huella urbana, incluyendo corredores de transportación.

El territorio nacional mexicano está clasificado dentro de las 18 clases de radiopropagación con una exactitud de 25 m. Dichos mapas han sido realizados por Computamaps y están actualizados con la información de imágenes satelitales o aéreas más recientes para la Cofetel, véase el ejemplo de parte del Distrito Federal en apéndices mapa 6.7.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1 HISTORIA

Compañía multinacional de origen europeo dedicada a ofrecer equipos y soluciones de telecomunicaciones, principalmente en los campos de la telefonía, la telefonía móvil las comunicaciones multimedia e internet. Actualmente es la segunda compañía más importante del mundo en la industria de las telecomunicaciones, únicamente después de la competencia de origen asiático, el cual desbancó al segundo puesto en el año 2012.

La compañía fue fundada en 1876, originalmente como un taller de reparación de equipos de telegrafía; comenzando su camino al fabricar instrumental matemático y físico. Este fue el mismo año en el que Bell patentó el teléfono. La empresa comenzó a los pocos años a fabricar aparatos telefónicos, sacando al mercado en 1878 los primeros aparatos telefónicos.

En los años 1930 la compañía se mudó a Estocolmo. La fábrica pronto se convirtió en el rasgo distintivo del paisaje del sector y se extendió en los años 1960, la estación recibió el nombre de Telefonplan.

En los años 1950 se desarrolló el uno de los aparatos más simbólicos en su historia, el cual se constituyó en un hito por su diseño.

En los años 1970 comenzó el desarrollo de uno de los sistemas pioneros de la telefonía digital y todavía uno de los líderes en el mercado.

En los años 1990 la empresa se convirtió en el fabricante líder de teléfonos celulares. Si bien todavía mantiene un liderazgo en los equipos de conmutación telefónica, principalmente en la tecnología GSM; la fabricación de terminales (teléfonos) móviles quedó en manos de una nueva compañía. Igualmente el negocio de equipos de fuerza se vendió y el negocio de centralitas de empresa en su mayoría.

En octubre de 2005, la empresa adquirió la mayor parte de una compañía británica.

En junio de 2006, se vendió la división de equipos de microondas. Actualmente el grupo de negocios se compone de tres unidades:

- Redes

- Servicios
- Multimedia

En España la empresa se ha consolidado como una de las grandes empresas dedicadas al despliegue de redes de telecomunicaciones, suministrando equipos y servicios de telecomunicación a operadores como Telefónica, Euskaltel, Vodafone, Orange y Yoigo.

La empresa ha reforzado su posición en España como principal suministrador de redes para los operadores móviles y ha enriquecido su oferta de soluciones –IMS (Internet Multimedia Subsystem; Softswitch), IP/Ethernet,...- para la evolución de las redes de los operadores de telecomunicaciones hacia entornos totalmente Internet y con nuevas estructuras que permitirán la evolución más eficiente hacia las redes de nueva generación.

Las recientes adquisiciones de compañías en 2005, 2006, hace que ostenten una fuerte posición en el sector de la tecnología de enrutamiento multiservicio, y en 2007, una compañía proveedora de tecnología de acceso de fibra óptica, la compañía ha reforzado su posición en los crecientes segmentos de transmisión y banda ancha.

Asimismo, para abordar el mercado multimedia en expansión la compañía anunció recientemente la adquisición de dos compañías: un líder mundial en la codificación y compresión de video y otro líder mundial de componentes de mensajería IP para redes fijas y móviles.

7.2 MISION

Innovar para potenciar a las personas, empresas y sociedad.

- Tener más del 40% del tráfico móvil en el mundo a través de las redes de la empresa
- Tener 35% del mercado de equipos de redes móviles
- Ser el mayor proveedor de LTE

7.3 VISION

Ser el principal impulsor en un mundo totalmente comunicado.

La empresa prevé una evolución continua, de conectar 6 mil millones de personas y la conexión de 50 mil millones de "dispositivos".

También prevé que cualquier cosa que pueda beneficiarse de estar conectado estará conectado, principalmente a través de la banda ancha móvil.

7.4 VALORES Y PRINCIPIOS

Valores

- Respeto
- Profesionalismo
- Perseverancia

Principios

- El cliente es primero
- Innovar cada día
- Velocidad y calidad
- Emprender acciones
- Trabajo en equipo

Son los valores y principios que son la base de la cultura de la empresa, guía a los empleados en el trabajo diario - cómo se relacionan con las personas y la forma en que hacen negocios.

7.5 ORGANIGRAMA

Ver diagrama 7.5 en los apéndices.

CEO

- Fijar objetivos para el Grupo, para dirigir y controlar el funcionamiento del Grupo para apoyar las relaciones de clientes clave.

Grupo de Funciones (Group Functions)

- Comunicación
- Financiar
- recursos humanos
- Asuntos Jurídicos
- Ventas y Marketing
- Tecnología

Unidades de Negocio (Business Unit)

- Para desarrollar y mantener una oferta competitiva, de alta calidad y con una responsabilidad financiera consolidada.
- Maximizar el crecimiento rentable.

Regiones.

- Oficinas regionales, para tener puntos contacto directo con el cliente.

8. PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El objetivo de la propuesta de solución es diseñar sobre la banda de 700 MHz en las redes de telefonía móvil tomando en cuenta que está apunto de liberarse en México por parte de la Cofetel. Por lo cual se revisaran puntos específicos, análisis, y la presentación de la solución para el diseño. Por lo cual en primera instancia se puede hacer mención que para analistas de Signals Telecom, The Competitive Intelligence Unit (The CIU) y Observatel, el espectro radioeléctrico comprendido entre los 698 y 806 Megahertz (MHz), mejor conocido como la banda de 700 MHz, significa un ‘tesoro’ que prácticamente en todo el mundo ha comenzado su proceso de recuperación para destinarlo a nuevos servicios de telecomunicaciones, ya no sólo para televisión analógica, debido a una recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), brazo de la ONU encargado de impulsar las telecom.

“La banda de 700 MHz es más valiosa debido a las leyes de la física. Mientras más baja sea la posición en el espectro radioeléctrico, más extensa es su propagación o simplemente mayor es la cobertura geográfica. Esto se traduce en menores costos de despliegue de infraestructura para el operador”, explica José Otero, presidente y director general de Signals Telecom.

Por su posición en el espectro radioeléctrico, la banda de los 700 MHz permite que la información viaje a una velocidad mayor, con mejor calidad y sin que se vea afectada por obstáculos naturales, como cumbres montañosas o valles. Por eso, el costo de la infraestructura necesaria sería menor.

Por ello, se ha iniciado a priorizar la recuperación de este espectro para desplegar redes de LTE (Long Term Evolution), que permita ofrecer video, voz y datos, con una ventaja adicional: construir desde cero la infraestructura necesaria costaría hasta 50% más barato que con otra banda, incluso que con la de los 2.5 GHz.

Desplegar una red nacional partiendo de nada y con las características y extensión del territorio mexicano, costaría a cualquier operador alrededor de 1,000 millones de dólares, estima Demetrio Rakitin, director de LTE de Nokia Siemens Networks para América Latina.

Una de las problemáticas que se han presentado para liberar o el reordenamiento de la banda, es sobre todo porque Televisa posee 11 de las 19

concesiones a reordenar, dice Irene Levy, presidenta de la organización civil Observatel.

8.1 ESTANDARES

En el mundo hay dos estándares para el desarrollo del servicio en la banda de 700 MHz: el denominado USA 700 y el Asia Pacific Telecommunications (APT) 700. El estándar USA 700 tiene una menor eficiencia espectral por su fragmentación, ya que de los 108 MHz disponibles, 34 están destinados para seguridad y sólo 74 para uso comercial. Por el contrario, el estándar APT 700 permite el uso comercial de dos bloques de 45 MHz, lo que implica un uso más eficiente del espectro.

Por un lado tenemos que un gran número de países de Asia, varios del Medio Oriente y África y algunos de Latinoamérica, con un mercado de casi 3,000 millones de habitantes, han adoptado o se han pronunciado en favor del estándar APT 700, mientras que sólo Estados Unidos y Canadá, con 350 millones de habitantes, han adoptado el estándar USA 700. Por su parte, toda Europa se ha manifestado por implantar el estándar propio, CEPT 800, que propone el uso de dos bloques de 30 MHz.

En principio, dada la gran diferencia en términos de mercado potencial, se considera que el estándar APT 700 tendrá mayores economías de escala y eficiencia en costos, tanto para el equipamiento de la red como para los equipos terminales.

No obstante, México no es Brasil u otro país de Latinoamérica, esto en el contexto de que comparte con Estados Unidos una gran frontera de más de 3,000 km, así como acuerdos en materia de telecomunicaciones y de seguridad en la región. Ambos países han firmado un memorándum de entendimiento para coordinar las políticas en estas materias.

De la misma forma en que lo hizo Canadá, México debió analizar con cuidado todos los aspectos técnicos, incluido el relativo a la seguridad regional, antes de adoptar el estándar asiático, toda vez que el uso de tecnologías divergentes puede ocasionar interferencias perjudiciales a lo largo de toda nuestra frontera común.

Para cuando empiece a operar nuestra red de banda ancha en las frecuencias de 700 MHz Tijuana y San Diego empiecen a tener problemas, seguramente Mony

de Swaan estará fuera del gobierno, pero su peculiar estilo y arbitrariedad seguirán dándonos dolores de cabeza. Que no diga, entonces, que nadie lo advirtió.

Ahora solo resta esperar que el nuevo Instituto Federal de Telecomunicaciones revise seriamente el pronunciamiento en favor del estándar asiático, mismo que puede considerarse que debe analizarse con los criterios técnicos, políticos y comerciales que el tema exige, y posteriormente se pronuncie por aquello que más beneficie a los intereses de México.

8.1.1 USA 700

En los Estados Unidos la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) subasta el espectro inalámbrico de 700 MHz, oficialmente conocida como Subasta 73, fue iniciada por la FCC el 24 de enero de 2008 para los derechos de explotación de la banda de frecuencias de 700 MHz en los Estados Unidos. Los detalles del proceso fueron objeto de debate entre varias empresas de telecomunicaciones, como Verizon Wireless, AT&T, así como la compañía de Internet Google. Gran parte del debate se arremolinaban en torno a los requisitos de "acceso abierto" establecidos por el Segundo Informe y orden liberada por la FCC para determinar el proceso y las reglas para la subasta. Toda licitación fue requerida por la ley para comenzar el 28 de enero del mismo año

El espectro de 700 MHz fue utilizado previamente para la radiodifusión de televisión analógica, específicamente UHF para los canales 52 al 69. La FCC ha establecido que la transición a la televisión digital ha hecho que estas frecuencias ya no sean necesarias para las emisoras, debido a la eficiencia espectral mejorada de emisiones digitales. Por lo tanto, se requerirá que todos los organismos de radiodifusión pasen a las licitaciones entre los canales 2 al 51, como parte de la transición a la televisión digital. Esta reasignación es un esfuerzo continuo; los canales inferiores de la banda 52, a través de 59 (698-746 MHz), se han utilizado considerablemente más para emisiones analógicas y digitales que los canales superiores, 60 a 69, que han sido abandonados en gran medida.

Parte del espectro de 700 MHz ya fue subastado en subastas 44 y 49. Canales 54, 55 y 59 se han vendido y en algunas zonas ya están siendo utilizados para la difusión y acceso a Internet. Por ejemplo Qualcomm MediaFLO en 2007 comenzó a

utilizar el antiguo Canal 55 de Televisión para uso de teléfonos celulares en la ciudad de Nueva York, San Diego y en otros lugares.

Para la licitación de 700 MHz, la FCC diseñó un nuevo proceso de varias rondas que limita el número de ofertas de paquetes que cada licitador puede presentar y los precios a los que se pueden presentar, proporciona información computacionalmente intensiva para precios similares al enfoque de fijación de precios. Este proceso de licitación del paquete (que se conoce como las subastas combinatorias) fue el primero de su tipo en ser utilizado por la FCC en una subasta real. Licitantes se les permitió hacer una oferta en licencias individuales o en una oferta de todo o nada de lo que se podía hacer hasta doce paquetes, que el oferente determina en cualquier momento de la subasta. Hacer la subasta de esta manera permitió que el licitante para evitar el problema de la exposición cuando las licencias sean complementos. Las ofertas ganadoras provisionales son el conjunto de las ofertas consistentes que maximizan los ingresos totales. La subasta de 700 MHz representaba un caso de prueba buena para el paquete de licitación por dos razones. En primer lugar, la subasta de 700 MHz sólo involucra a 12 licencias, en 2 bandas (una de 10 MHz y uno de 20 MHz) en cada una de las 6 regiones y en segundo lugar, los posibles oferentes habían manifestado su interés en el embalaje alternativo debido a que algunos proveedores de servicios de Internet tienen diferentes necesidades y la flexibilidad que les beneficiaría.

La propuesta original del FCC permitió sólo nueve ofertas de paquetes: las seis licitaciones regionales 30 MHz y tres licitaciones a nivel nacional (10, 20 o 30 MHz). A pesar de estos nueve paquetes fueron consistentes con los deseos expresados o muchos oferentes potenciales, otros consideraron que los nueve paquetes eran demasiado restrictivos. La regla de actividad es sin cambios, aparte de una nueva definición de la actividad y un requisito de actividad más baja de 50%. Un postor debe estar activo en 50% de su elegibilidad actual o su elegibilidad o en la próxima ronda será reducido a dos veces su actividad. Las ofertas hechas en diferentes rondas fueron tratados como mutuamente excluyentes y un oferente que desee agregar una licencia o un paquete de sus ganancias provisionales deben renovar las ofertas ganadoras provisionales en la ronda actual.

La FCC puso reglas importantes en materia de seguridad pública para la subasta de 20 MHz del espectro de 700 MHz de la cual se reservó para la creación de una asociación pública/privada que con el tiempo se extenderá a una nueva red

de banda ancha en todo el país a la medida de las exigencias de la seguridad pública. La FCC ofreció el titular de la licencia comercial de espectro adicional adyacente al bloque de seguridad pública que el licenciatario puede utilizar como quiera. El titular de la licencia está autorizado a utilizar cualquier ancho de banda que está disponible en el lado de la seguridad pública de la red para ofrecer servicios de datos de su cuenta.

8.1.2 APT 700

Asia Pacific Telecommunity (APT) band plan es un tipo de segmentación de la banda de 700 MHz, este se formalizo entre 2008-2010 y a sido especialmente desarrollado para las tecnologías de banda ancha tales como Long Term Evolution (LTE). Esta segmentación hay dos variantes, FDD y TDD, las cuales fueron estandarizadas por 3GPP, y recomendadas por la ITU.

APT se diseñó con el objetivo de usar de la forma más eficiente el espectro. El plan divide la banda en bloques continuos de frecuencias comprimidas en dos grandes bloques, uno de 45 MHz para transmisiones Uplink y otro para downlink. Como se a definido en el estándar, tanto FDD como TDD incluyen bandas de guarda de 5 MHz y 3 MHz en sus bordes superior e inferior respectivamente. La versión FDD también incluye una brecha de 10 MHz. Estas guardas tienen el propósito de mitigar interferencias con las frecuencias adyacentes. (Revisar la tabla 8.1.2)

Con la inclusión del two-duplexer system en los dispositivos y equipos de red, la interoperabilidad total está garantizada en toda la banda del plan de banda de APT. En pocas palabras, esto significa que cualquier usuario será capaz de usar su dispositivo móvil en cualquier red en la banda de 700 MHz que se utiliza el plan de banda de APT, con independencia del operador de telefonía móvil y el país. Por el contrario, en el plan de banda EE.UU., hay dos o tres ecosistemas diferentes dispositivos que se traducen a la no interoperabilidad dentro del país y las limitaciones severas (muy probablemente sin disponibilidad) de roaming internacional.

Plan de banda USA 700 se desarrolló mucho antes que el plan de banda de APT. Al día de hoy, existen implementaciones exitosas de redes LTE en los EE.UU. Debido a este hecho, el ecosistema de este plan de banda está relativamente bien desarrollado con dos grandes redes que ya operan en el mercado y con una serie de

dispositivos de usuario existentes en el mercado. El plan de banda APT todavía no disfrutar de un ecosistema listo y, por lo tanto, tiene que "competir" con el plan de banda de USA 700. Con el fin de convertirse en la mejor forma para que los países segmento de la banda.

Otro problema existente es el avance de su propio ecosistema, que a su vez depende de los proveedores de equipos: dispositivos terminales fabricantes (HTC, Apple, Samsung, Nokia, etc), los productores de piezas de terminales (tales como Qualcomm) y proveedores de la fabricación de elementos de red (Ericsson, Nokia Siemens Networks, Alcatel-Lucent, Huawei, etc.) El desarrollo del ecosistema depende en gran medida de la demanda que existe en el mercado y es una función de las economías de escala creadas.

Las disposiciones de frecuencias de la banda de plan de USA 700 y el plan de banda de APT se superponen sustancialmente lo que los hace en gran medida incompatibles. El 3GPP ha designado a cuatro bandas de funcionamiento del plan de banda USA 700. (bandas 12, 13, 14, 17) y dos bandas para el plan de banda de APT (Band 28 de la versión FDD y Banda 44 de la versión TDD). Hay claras diferencias entre las bandas que operan como diferentes anchos de banda de canal y ubicaciones de los canales dentro de la banda de 700 MHz. Más específicamente, separación dúplex y peculiaridades banda de guarda del plan de banda APT es lo que más lo diferencia. Plan de banda USA700, a su vez, se caracteriza por una serie de inconsistencias:

- La no existencia de interoperabilidad dentro de banda (es decir, dispositivos que trabajan en la banda 13 no son compatibles con los dispositivos que trabajan con en cualquiera de las bandas de 12, 14, 17)
- La interferencia perjudicial de canales de televisión
- La ausencia de equipo de usuario en la banda 12 (tampoco es probable que aparezcan en el futuro)
- Sin uso actual de los bloques D y E en la parte inferior de los 700 MHz (hay un bloque de frecuencia de 12 MHz TDD), y algunos otros problemas. Como resultado de estas peculiaridades de la segmentación, el bloque A de la banda de 700 MHz más baja es prácticamente no se utiliza debido a la interferencia del canal de televisión 51. Del total de 23x2 MHz del espectro poseído y utilizado por AT&T y Verizon, 3x2 MHz no se puede utilizar debido

a las limitaciones para los estándares de la tecnología LTE - sólo bloques de 5, 10, 15, 20 MHz puede utilizarse de acuerdo con normas de la industria 3GPP.

Hasta el momento, el equipo de usuario (UE) de este esquema de segmentación todavía no se ha lanzado comercialmente. En el mismo tiempo, el desarrollo de normas de la ITU (bandas de 28 y 44) y las señales evidentes que se han enviado al mercado por muchos países de Asia, América Latina y otras partes 3GPP y, indican que los avances tecnológicos del ecosistema requerido (en primer lugar todo, en términos de equipo de usuario y equipos de red) están actualmente en curso.

Algunas de las señales más fuertes para la futura demanda han sido enviadas por los grandes mercados, como Japón, India, Indonesia, y, sobre todo México.

México es el primer gran mercado en América que decidió adoptar el plan de banda APT pesar de la dependencia y de tener una frontera de 3.000 km con los EE.UU. que utiliza una segmentación diferente de la banda de 700 MHz.

Otro punto que vale la pena mencionar es que el trabajo de normalización que se ha llevado a cabo por el 3GPP fue fuertemente apoyada por muchas empresas clave de la industria. Esto también demuestra que los fabricantes de equipos se encuentran en el proceso de la comercialización de la UE y de los elementos de la red impulsada por la creación de mercado importante en el plan de banda de APT. Los primeros prototipos de dispositivos APT aparecieron en el Q2 de 2013.

En América Latina, por ejemplo, la Agencia Nacional del Espectro (ANE) de Colombia anunció que Huawei, ZTE y Ericsson llevaron a cabo pruebas en la banda bajo el oleoducto APT estándar en el primer trimestre de 2013, el uso de equipos desarrollados por los principales fabricantes con el objetivo de subastar el espectro en agosto de 2013. Debido a las economías en escala de crecimiento que se están desarrollando en el plan de banda de APT, el precio de los dispositivos inteligentes podría entonces disminuir de manera significativa.

8.2 MEXICO ELIGE APT 700

La adopción del plan de banda APT ayudará a México para lograr el uso más eficiente del espectro en la banda y permitir que toda la población pueda tener

acceso a los dispositivos de buena calidad y las redes lo más barato posible, de acuerdo a un comunicado de Cofetel.

"Este es un avance muy importante en la gestión del espectro", añade Luis Lucatero, jefe de la política regulatoria de la Cofetel. "Esto implica una esperanza realista de que, por primera vez en la historia de una banda de espectro puede ser utilizado de la misma manera por casi seis mil millones de personas."

El órgano regulador también dijo que el plan, que divide la banda en dos segmentos de 45 MHz con una brecha de 10 MHz centro ", proporciona una mayor flexibilidad en el uso del espectro y se adapta bien a la demanda futura de servicios de banda ancha móvil". Se incluirán bandas de guarda para proteger radiodifusión de televisión en las bandas adyacentes en el extremo inferior del espectro y las redes móviles en las bandas adyacentes en el extremo superior.

Otra razón citada por Cofetel para utilizar el plan de APT es que va a generar economías de escala, ayudando a crear un ecosistema de por lo menos tres mil millones de usuarios. "Esto representa una gran oportunidad de llevar teléfonos inteligentes de bajo costo a los sectores que hasta ahora han sido excluidos de los beneficios de la conectividad de banda ancha".

Los costos de implementación son también un factor: el despliegue de una red móvil en la banda de 700 MHz será mucho más barato que el despliegue de uno en la banda 2.1 GHz, ya que requiere cinco veces menos estaciones base para cubrir la misma área.

El plan de APT podría permitir hasta cuatro jugadores en el mercado coexistir en la banda - una consideración importante en un mercado que está dominado por dos empresas muy grandes en forma de América Móvil de Carlos Slim (presente en 17 mercados de América Latina) y Telefónica de España (Movistar).

Sebastián Cabello, director de GSMA Latin America, dijo que la decisión fue muy importante para la región. "dado que Chile, Colombia y otros países pequeños como Costa Rica ya han dicho que van a ir con el plan de APT, pero el hecho que tiene un país, que está al lado de los EE.UU. haciendo esto es una señal muy fuerte a los demás a seguir el mismo camino ". "Con esto México, el segundo mercado más grande de América Latina después de Brasil, busca la tendencia principal de la región."

México ha optado por no seguir el ejemplo de su vecino más grande. Y a pesar de que los EE.UU. fue el más rápido para liberar la banda, lo hizo de una manera

muy fragmentada. "Esto hace que sea difícil para los operadores a aprovechar el ancho de banda de alta el usuario final utilizando LTE", dice David Abecassis, un alto directivo de la consultora Analysys Mason. Sin embargo, la eventual introducción de LTE-Advanced puede resolver en parte este problema.

"Los vecinos de EE.UU. son necesariamente influidos por este enfoque - especialmente debido a las importantes áreas metropolitanas a ambos lados de las fronteras de los países, como Vancouver y Seattle y San Diego y Tijuana", añade Abecassis.

El año pasado, la GSMA ha publicado un informe argumentando que la asignación de espectro en la banda de radiodifusión de 700 MHz para servicios móviles podría llevar alrededor de \$ 15 mil millones en la economía de América Latina y expandir la cobertura móvil a casi el 93 por ciento de la población.

Ver referencia y comparación de valores en la tabla 8.2.

8.3 REGULACION PARA USO ÓPTIMO DE LA BANDA 700 MHZ

La presidencia de Cofetel sostuvo reuniones con directivos de Cisco, Alcatel-Lucent, Verizon, RIM, el Banco Mundial y GSMA, vinculadas con las ventajas que en términos de penetración y uso eficiente del espectro tendría un acuerdo global de armonización de la banda de 700 Mhz en el congreso Mundial de móviles en 2012 que se realizó en Barcelona, España. También sostuvo encuentros con directivos de los fabricantes tecnológicos Qualcomm, Huawei y Ericsson, así como de operadores de telefonía móvil que dan servicio en México.

Según la comisión, la segmentación APT generará las economías de escala, que a su vez conformarán un ecosistema de por lo menos 3,000 millones de usuarios, lo que brinda oportunidad de hacer llegar teléfonos inteligentes de bajo costo a sectores hasta ahora excluidos de los servicios de banda ancha.

Después de la elección de APT "La GSMA dio bienvenida a este anuncio del ente regulador mexicano sobre esta importante decisión que ayudará a avanzar en la asignación del espectro de Dividendo Digital a los operadores móviles y a materializar los beneficios sociales y económicos asociados con la banda ancha móvil", mencionó la entidad que agrupa a las operadoras móviles.

"La GSMA alienta a los países de América Latina a trabajar en forma conjunta para implementar un plan armonizado de banda en 700MHz para servicios móviles.

La armonización del espectro resulta esencial para generar eficiencias en los costos, tanto en la tecnología de red como en los dispositivos, permitiendo el despliegue hacia áreas remotas con el fin último de hacer que los servicios de banda ancha móvil sean más accesibles y asequibles para todos los consumidores”.

Por otro lado, la Cofetel aseguró en un estudio que una sola empresa puede dar servicio de banda ancha a través de la banda de 700 MHz que se liberará después del apagón analógico, pero eso implica que el Estado obtenga menos ingresos por el uso de este espectro.

Dicho documento, "Opciones regulatorias para el uso óptimo de la banda de 700 MHz en México" de la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel), dice que "Cubriendo al 85% de la población, con 90 MHz de espectro en la banda de 700 MHz, una empresa mayorista podría ofrecer capacidad a los agentes existentes a precios menores que sus costos marginales estimados. "Utilizando el mayorista, estos agentes podrán reducir sus propios costos y reducirán el costo medio por GB de todo el mercado".

Las últimas reformas en materia de telecomunicaciones que se han hecho contemplan que será el Estado quien opere los 90 MHz de la banda de 700 MHz para ser un proveedor mayorista.

Pero hay quienes aseguran que esta banda podría ser utilizada hasta por 4 operadores que den el servicio de banda ancha en el País y con esto se generaría mayor competencia en el mercado. Si la banda se subastara al mercado privado se generarían entre 3 mil y 4 mil millones de dólares, conforme a la experiencia internacional, mientras que en el caso de contar con un mayorista autorizado por el Gobierno se tendría un valor presente neto de entre 500 y mil 500 millones de dólares.

Ante esto, el Estado podría disminuir los precios del servicio de banda ancha entre 12 y 16 % frente a lo que resultaría de licitar la banda. Más bien como dicen los expertos el reto para el Estado será demostrar que una sola empresa logrará la penetración y cobertura que podrían alcanzar varias compañías.

La ideal es que esta banda sirva también para dar servicios en zonas rurales. Por ello, cuatro operadores podrían usarla para ofrecer servicios de banda ancha móvil. 19 estaciones de TV abierta operan en esta banda. 70% más barato resulta invertir en esta banda que hacerlo en otras como la de 2.5 GHz.

8.4 DISEÑO DE UNA RED 4G EN LA BANDA 700 MHZ

Existen varias proyecciones para el crecimiento de la demanda móvil, pero no contienen el detalle necesario y el período pronosticado es demasiado corto como para ser utilizadas en el presente análisis. Por esta razón, basado en el desarrolló un modelo de demanda que pudiera abordar estas limitaciones. A continuación, se resaltan algunos aspectos del modelo de demanda que ayudan a abordar estas limitaciones (véase el GRÁFICO 8.4: PERSPECTIVA GENERAL DEL ENFOQUE PARA SEGMENTAR LA DEMANDA).

- Permite proyectar la demanda 3G y 4G móvil para el mercado mexicano en 2023 por tipo de dispositivo (incluidos “smartphones”, “tablets” o tabletas, tarjetas de datos, aparatos inalámbricos fijos y M2M)
- Permite proyectar la demanda por grupos de ingreso, geografía y morfología (por ejemplo, demanda en áreas rurales frente a las urbanas)
- Permite estimar cambios potenciales de demanda basados en la ampliación de la cobertura o en los cambios de precio (basados en estimaciones de la elasticidad del precio de la demanda)
- Permite realizar análisis de sensibilidad y de escenarios hipotéticos (dada la dificultad inherente de prever con precisión la demanda móvil en un periodo superior a 10 años)

Como ejemplo, evaluaciones realizadas por organismos en telecomunicaciones las tasas de penetración históricas de “Smartphone” en países de ingresos similares (dividiendo el conjunto de países en grupos de ingresos altos, medios y bajos). Y con una proyección de esas tasas de penetración a 2023 para cada grupo de países. Después se aplicó esa perspectiva a la demanda en México para los grupos de ingresos altos, medios y bajos (a la vez que se normalizaba con otros factores como la madurez del mercado). La cifra inferior muestra las diferencias en la adopción histórica y proyectada de “Smartphone” por grupo de países de ingresos similares. Adicionalmente, después de la proyección basada en la penetración actual y de la normalización, se compararon las previsiones con la experiencia de otros países. Las principales conclusiones del modelo de demanda móvil son las siguientes:

- Incluso en el caso, base la demanda por dispositivos móviles global crece a una tasa de 44% al año durante los próximos 10 años (véase GRÁFICO 8.4-1: AUMENTO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO CELULAR TOTAL (3G y 4G EN MÉXICO)).
- Esto representa un incremento de 20 veces en el consumo de datos de “Smartphone” por usuario durante el mismo periodo (desde una estimación de 300 MB por usuario hoy hasta 1.5-2GB por usuario en 2017 y a 4-5 GB por usuario en 2023).
- Se espera que la demanda de 4G crezca incluso más rápido, desde un 0% de la demanda total en 2014 hasta más del 90% de la demanda móvil en 2023 (véase GRÁFICO 8.4-2: MIGRACIÓN DE LA DEMANDA (3G A 4G) EN LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS).
- Los “Smartphone” continuarán siendo los impulsores principales de demanda móvil (56% de la demanda en 2023).
- La demanda en zonas rurales supondrá alrededor de ~3% de la demanda total en 2023, suponiendo la misma cobertura que la actual (alrededor del 85% de la población). Ampliando la cobertura al 98% de la población, la demanda rural total puede incrementar un 55%, hasta alrededor del ~4-5% de la demanda total.
- Tomando como base estimaciones de la elasticidad de precio, cada bajada de precio gradual de un 10% podría potencialmente dar lugar a un aumento de usuarios del 4% y a un incremento del 11% en el uso por usuario.

Este modelo se basó en un proceso de refinamiento iterativo incluyendo información obtenida de un ejercicio de planificación de red de radio (RNP) para modelar el diseño y los costos asociados a la construcción de una red inalámbrica específicamente para México (véase GRÁFICO 8.4-3: EJEMPLO DE RESULTADOS DE UN EJERCICIO DE PLANEACIÓN DE RED DE RADIO (COBERTURA DE POBLACIÓN DEL 84% FRENTE A LA COBERTURA DEL 98%)).

Para contar con una cobertura (acceso) para el 98% de la población en México utilizando la banda de 700 MHz requiere aproximadamente 8,200 sitios. Para una cobertura del 85% de la población, son necesarias alrededor de 3,450 instalaciones.

Sin embargo, se necesitan 4,700 instalaciones adicionales para proporcionar cobertura para el 13% adicional (para llegar a 98%) de la población que vive en las áreas más rurales y con menos densidad de población. La inversión (CAPEX) requerida para desplegar estos sitios de cobertura se estima en \$1,970 millones.

8.4.1 DISEÑO DE AREAS.

Para cada uno de los municipios principales en a lo largo del territorio de México, se propone dibujar un polígono que defina los límites de las poblaciones urbanas exactas como se muestra en el apéndice mapa 8.4.1 ejemplificado para el municipio de Aguascalientes.

Los polígonos se utilizan para extraer el desglose de la masa de tierra en este caso para las localidades que están divididas en las 18 clases de radiopropagación a partir de los mapas de datos de uso del terreno para fines de propagación y después en las cuatro morfologías de radiopropagación.

La suma de todas las áreas en los polígonos (localidades urbanas en los municipios principales) resulta en la masa territorial total y las áreas correspondientes por morfología de radiopropagación que la red debe cubrir para en realidad llegar a una cobertura del 77.4% de la población.

La población está mapeada en cuatro áreas de morfología de radiopropagación al aplicar la densidad relativa de habitante por km² entre los cuatro tipos, véase la tabla 8.4.1.

Para el modelo de cobertura se puede utilizar de referencia la tabla 8.4.1_1 para los rangos de celda y cubrir un esquema de área de tres sectores en forma de trébol para computar la cobertura de los sitios en la masa territorial.

El modelo supone un crecimiento uniforme en la población en todas las regiones y localidades.

8.5 METAS Y OBJETIVOS DEL DISEÑO DE LA RED

En un esfuerzo para ofrecer una mejor red de extremo a extremo de forma para experimentar y hacerlo mientras se mantiene una estructura de costes líder en la industria, los principales objetivos del diseño de LTE Red de Acceso Radio (LRAN) se recomienda dar seguimiento a:

Proporcionar un servicio excepcional al cliente:

- Los suscriptores pueden acceder, mantener y cumplir con los objetivos de calidad de servicio en la red - ARQ (accesibilidad, capacidad de retención y la calidad) para datos y voz
- El diseño de RF debe proporcionar una alta probabilidad de que los suscriptores pueden cumplir o superar los objetivos de rendimiento en los que trabajan, viven y viajan en la red LTE. El diseño de RF debe proporcionar la necesaria referencia de señal de potencia recibida (RSRP) señal de referencia recibida Calidad (RSRQ) y la señal de interferencia más el Ruido (SINR) para un aumento en la probabilidad de modulación de orden superior para los esquemas de codificación, necesarios para un mayor rendimiento del usuario.
- El diseño debe proporcionar una red con una alta probabilidad de tener una experiencia de usuario consistente a través de toda la huella geográfica de la red LTE.

Maximizar la eficiencia de los recursos de la red desplegados:

- Maximizar la capacidad y la cobertura mediante la creación de la dominación y la eliminación cocanal en la superposición de cobertura.
- Maximizar la capacidad del sistema, reduciendo el nivel y el número de fuentes de interferencia a través de la optimización del diseño.
- Llevar a cabo un análisis de costo-beneficio en todas las decisiones de diseño y optimización de diseño con el fin de entregar el diseño de la red más eficiente.
- Determinar la configuración de red óptima con el número mínimo de recursos de la red para satisfacer la demanda proyectada, el rendimiento y la capacidad.

Proporcionar un eficaz funcionamiento entre la tecnología de la red LTE.

- Proporcionar un diseño que minimice el impacto en la red básica (transporte, carga del procesador, la señalización excesiva, etc).

- Reducir al mínimo entre las tecnologías (GSM / UMTS / LTE) y entre las capas (en LTE) las transiciones (Handovers)
- Proporcionar una red LTE que los usuarios permanecen a esa red tanto como posible y no hacer la transición a UMTS/GSM tanto en el modo inactivo y activo en LTE.

Estos objetivos de diseño de LTE se pueden realizar a través de un proceso de diseño de LTE de extremo a extremo. En todo momento, el ingeniero de diseño de LTE debe tratar de hacer lo que es mejor para la red y evaluar adecuadamente la salida de las herramientas que se proporcionan para facilitar el diseño. El uso de los resultados (y, o las decisiones de diseño) directamente de herramientas (por ejemplo, de ACP), que puede afectar al rendimiento de la red y la inversión de capital sin la debida evaluación por parte del equipo de diseño de LTE para asegurarse de que los resultados sean precisos y mejoren para la red.

8.6 FUNDAMENTOS DE DISEÑO

El punto de partida para un diseño de red es la comprensión de la arquitectura de la red subyacente. Esto incluye:

- Arquitectura de la portadora, anchos de banda
- Plan de frecuencias
- Tipos de sitio, antenas y configuración RF
- Configuración de la RBS

El plan de celdas (planificación regular o irregular, celdas embebidas en 3G dedicado a portadoras, las estructuras celulares jerárquicas con 2G etc.)

Como un ejemplo de una superposición de regular, la Figura 8.6 muestra un escenario de superposición simplista para LTE en una red WCDMA 900/2100 MHz.

La capa WCDMA 900 MHz está diseñada para proporcionar una cobertura contigua a 2100 MHz que proporciona la capacidad. El ancho de banda de cada portadora es de 5 MHz. LTE está desplegado en 2600 MHz, pero debido a que la banda de frecuencia es más alta no puede proporcionar el mismo nivel de cobertura

contigua como la capa de WCDMA 900 MHz. En este escenario, el inter funcionamiento con WCDMA900 sería para que juegue un papel importante, con ello garantizar una buena experiencia del usuario final.

En la Figura 8.6_1 muestra dos ejemplos de arquitecturas para plan de celdas de una forma realista. El primer ejemplo muestra como un plan de celdas regulares con sitios de tres sectores y un espacio móvil normal. Esto podría ser representando desde el punto de una red WCDMA que haya sido diseñada desde el primer día para HSPA. Este escenario es favorable para el diseño de LTE y la optimización.

El segundo ejemplo muestra un plan de celdas con una forma irregular más apegada a un escenario real con las siguientes características:

- Micro Celdas (incrustadas en una macro celda),
- Las celdas con grandes coberturas (tal vez en una colina), con un alto grado de solapamiento en las celdas en algunas áreas.
- Un sitio de 6 sectores que tal vez haya sido desplegado por razones de capacidad en 3G.
- un sitio de dos sectores que tal vez esta para una cobertura localizada a lo largo de una carretera principal.

Este escenario es más probable que presente retos para el diseño y puesta a punto de la red LTE. Puede ser necesario el control independiente de los azimut de las antenas. Por otro lado algunos sitios 3G puede que no sean adecuados para LTE, y se requiera de sitios adicionales - especialmente si requieren de una orientación de la antena e inclinación que sean significativamente diferentes a las de las antenas 3G. En realidad, las redes son por lo general una mezcla de planes de celdas regulares e irregulares. Otras consideraciones incluyen la arquitectura de uso de repetidores en redes 2G o 3G para proporcionar una extensión de la cobertura en ciertas zonas.

La cobertura es un factor clave para que un operador despliegue una red que conviva con las anteriores, para lo cual hay una serie de consideraciones que entran en juego, incluyendo:

- Frecuencia de la banda

- Las configuraciones de RF de las redes por ejemplo RBS + alimentador vs RRU.
- Ubicación de Sitio
- Alturas de las antenas
- Requisitos de inter funcionamiento
- Características de UE (potencia de transmisión y ganancias de antena)

El diseño de sistemas de RF pueden proporcionar algunas mejoras en las coberturas de LTE en comparación con las configuraciones de 3G (por ejemplo, el despliegue de una RRU en comparación con un RBS son 3 dB en el alimentador).

8.7 OPCIONES DE DISEÑO

Mientras que los objetivos y las metas de diseño especificados anteriormente pueden ser agresivos, tienen opciones para ir aprobando a consideración del diseño que cuando se utiliza correctamente, dará lugar a una red más eficiente en comparación con la red 3G existente. Por lo tanto, en la búsqueda de producir la mejor red LTE posible de una manera costo-efectiva, mientras que el logro del objetivo para poner en marcha una excelente red LTE en el plazo previsto, la siguiente optimización del diseño muestra opciones para aprobar para la consideración como parte de todo el proceso de diseño.

La opción de diseño "limitado" es el primer conjunto de opciones que debe ser utilizado para cualquiera de los diseños de las portadoras de LTE iniciales. En este caso, ya que se para hacer frente a los diseños de la portadora inicial de LTE, la mayor parte de las opciones de diseño descritos son en relación con las redes UMTS existente y/o configuración de la red GSM. En este caso, las opciones de diseño son:

- Reubicación de sitios: Movimientos entre sitios se permite por un máximo de 10% en LTE en forma definitiva en comparación con sus ubicaciones actuales en sitios UMTS. Una reubicación de sitio se define como el movimiento de un sitio a otro lugar con el objetivo principal de mejorar el rendimiento de la red. El nuevo lugar candidato debe ser un

lugar adaptable, tener la adquisición del sitio completo, garantizando por el mercado RAN.

- **Análisis de la posición del sitio en LTE:** No hay límite en el análisis de los sitios en UMTS a LTE existentes, siempre y cuando los objetivos de rendimiento y metas de la red LTE se cumplan y la demanda prevista sea llevada por la final del diseño de la red. El factor clave es que un diseño de calidad busca la capacidad y no se ve comprometida cuando se compara con la línea de base diseño.
- **Centro de cambios de Radiación:** Cambios en el centro de radiación se permite por un máximo de 10% de los sitios LTE finales en comparación con su actual sitio de radiación UMTS.
- **Tipo de antena:** Se permiten cambios de tipo de antena. Hasta un 100% pues estas deben provenir de la lista de aprobados de la empresa en base a el diagrama de antena y patrón de radiación. La elección de la antena no debe estar limitada por tamaño de la antena, sino por lo que va a sacar el mejor rendimiento de la red LTE.
- **Cambios físicos Azimut y tilts:** 100% de flexibilidad en la antena para cambios físicos de azimut y tilt, siempre y cuando la separación mínima recomendada o el aislamiento entre los sectores se mantiene.
- **Antenas compartidas:** No debe haber sitios de diseño que compartan las antenas UMTS o GSM a menos previamente aprobados por la empresa.
- **Remotamente Situado a 2 "**
De Radiohead (RH): RH remotamente localizados deben utilizarse cuando sea necesario para distribuir lugares de transmisor remoto. Esto hará que el transmisor este más cerca de los usuarios esto a fin de proporcionar una experiencia de mayor cobertura y capacidad. El número de HR no debe exceder el máximo permitido por sitio.
- **Cambiar el ancho de banda y/o banda de frecuencia:** Esta opción de diseño se debe utilizar solo como último recurso (sectores exteriores) sólo en la red para llevar a los diseños en el cumplimiento de los requisitos de la Cofetel) el ancho de banda y su reducción de marcha se limita a pasar de 10 MHz a 5 MHz en los 700

MHz sólo (el mismo cambio de banda) si la zona fronteriza a través del espectro tiene una licencia. El cambio de banda o de frecuencia presenta la posibilidad de pasar de 700 MHz a AWS para hacer frente a través del espectro a asuntos fronterizos si la zona fronteriza a través del espectro tiene una licencia para apoyar la banda de frecuencia de cambio.

Otro factor a considerar es el porcentaje en los edificios donde hay establecer los usuarios que se encuentran dentro y como ese tráfico debe considerarse al calcular en el mapa y la densidad urbana pues estos valores podrán dar en la red dentro de lo que se han establecido entre un valor de 75% y 100%. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los pesos desorden ya se habían tenido en cuenta cuando el mapa de densidad de tráfico se exportó desde el proyecto UMTS.

Teniendo en consideración estos requerimientos y puntos se podrá desplegar una red a lo largo del territorio de México para sus 9 regiones.

9. CONCLUSIONES

El análisis de la banda de 700 MHz para el mercado mexicano genera oportunidades y cambios que buscan mejoras en el campo de las telecomunicaciones en diferentes ámbitos, desde la cuestión del apagado analógico, pues esto genera la evolución a la TDT y una nueva calidad en imagen digital. Esto ha generado algunas dificultades que se han ido resolviendo y que se espera llegue a su conclusión en 2015.

Por otro lado al liberar los canales que ocupan actualmente la banda de 700 MHz, se realizara las licitaciones a los diferentes operadores de telefonía móvil en México como son Telcel, Telefónica Movistar, Iusacell-Unefon, Nextel, y de parte del gobierno establecer una operadora pública.

El uso de APT 700 como estándar para las comunicaciones sobre la banda que se libera, al ser el elegido por cuestiones técnicas que permitirán más participantes en el mercado, y se compartirá experiencias con Latinoamérica que de igual forma elegirá dicho estándar. Sin embargo en contraste tenemos que al ser vecinos territoriales de Estados Unidos que ocupan su propio estándar, puede en un futuro generarse problemas en la ciudades fronterizas por interferencias entre las frecuencias que se ocupan en ambos estándares; por lo que en estas ciudades se deberá tener un especial cuidado cuando se diseñen los modelos de propagación y la estrategia de comunicación entre ambos países.

Una ventaja del diseño para una red sobre la banda en cuestión señala que con una menor inversión que se puede estimar en \$1970 millones, esto dado que no se requiere de un gran despliegue de instalaciones, pues con alrededor de 8200 nodos se podrá cubrir aproximadamente el 98% del territorio nacional a lo largo de sus 9 regiones. En contraste que la banda de 2.5 GHz requeriría casi el triple de instalaciones lo cual generaría una inversión mayor, sin embargo esta banda se podrá ocupar para cubrir huecos de coberturas o en pequeños poblados que no requieran de la cubrir un gran radio.

Con los ejemplos actuales en las redes LTE existentes sobre las bandas de 2100 y/o 2600 MHz analizamos las características que tienen en la convivencia actual con las redes 2G y 3G que si bien hoy se usan para cobertura por la frecuencia que tienen y su mayor propagación, sirve como detalle para los requerimientos, las diferencias y los cuidados que se deben tener en esta tecnología.

Una vez que se planee el diseño para el despliegue sobre la banda de 700MHz estos modelos variaran en el sentido que esta banda propagara más y tendrá mayores coberturas, sin embargo es de vital importancia tener en consideración la convivencia con las redes 2G y 3G para no impactar en su tráfico, y con ello dar nuevos servicios de mayor calidad y rendimiento.

Otro factor a considerar como conclusión es que esta banda podrá rendir oportunidades a las diferentes empresas en telecomunicaciones, al gobiernos y a los usuarios que son la población en general, pues podrá existir una competencia entre redes gracias al estándar APT 700, lo generara beneficios en las comunicaciones a lo largo del país.

10. BIBLIOGRAFÍA

Holma, Harry y Toskala, Antti (2007). WCDMA for UMTS – HSPA EVOLUTION AND LTE. Four Edition, Wiley.

Laiho, Jaana, Wacker, Achim y Novosad, Tomas (2006). Radio Network Planning and optimization for UMTS. Second Edition, Wiley & Sons, LTD.

Cofetel, mayo 2013. Opciones regulatorias para el uso óptimo de la banda de 700 MHz en México. Documento oficial del organismo.

CIUDAD DE MÉXICO, 3 de junio de 2013

Más en Univision.com: <http://noticias.univision.com/mexico/noticias/article/2013-06-01/mexico-apagon-analogico-pospuesto-tijuana-elecciones#ixzz2WJ6FwsrC>

<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/06/03/902225>

http://economia.terra.com.mx/noticias/noticia.aspx?idNoticia=201305172204_INF_621599

<http://www.cronica.com.mx/notas/2012/688073.html>

CIUDAD DE MÉXICO, 22 junio 2013

<http://www.elfinanciero.com.mx/component/content/article/53-nuestras-historias/270-banda-de-700-mhz-la-batalla-que-viene-en-telecom.html>

<http://www.mediatelecom.com.mx/index.php/telecomunicaciones/banda-ancha/item/39330-el-valor-de-la-banda-700-mhz>

<http://noticiasprimero.com/2013/05/19/ven-operadores-competencia-desleal-en-banda-de-700-mhz/>

<http://www.mediatelecom.com.mx/index.php/telecomunicaciones/banda-ancha/item/36352-genera-700-mhz-enormes-p%C3%A9rdidas>

<http://www.uniradioinforma.com/noticias/tecnologia/articulo150530.html>

<http://www.cnnexpansion.com/negocios/2012/09/19/cofetel-elige-plan-para-la-red-4g>

<http://www.telefonica.com.mx/Telefonica-Mexico-apoya-el-modelo-Asia-Pacifico-para-la-segmentacion-de-la-Banda-700-mhz>

<http://www.ejecentral.com.mx/de-la-banda-2-5-ghz-a-la-700-mhz-actualizacion-informativa/>

<http://www.computerworldmexico.mx/Articulos/21726.htm>

<http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-empresas/2013/06/18/banda-700-mhz-riesgos-tecnicos-estandar-asiatico>

CIUDAD DE MÉXICO, 27 junio de 2013

www.cofetel.gob.mx

CIUDAD DE MÉXICO, 16 de julio de 2013

[http://www.aptssec.org/sites/default/files/APT-AWF-REP-](http://www.aptssec.org/sites/default/files/APT-AWF-REP-14_APT_Report_Harmonized_Freq_Arrangement.doc)

[14_APT_Report_Harmonized_Freq_Arrangement.doc](http://www.aptssec.org/sites/default/files/APT-AWF-REP-14_APT_Report_Harmonized_Freq_Arrangement.doc)

Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017 [Visual Networking Index (VNI)] - Cisco Systems

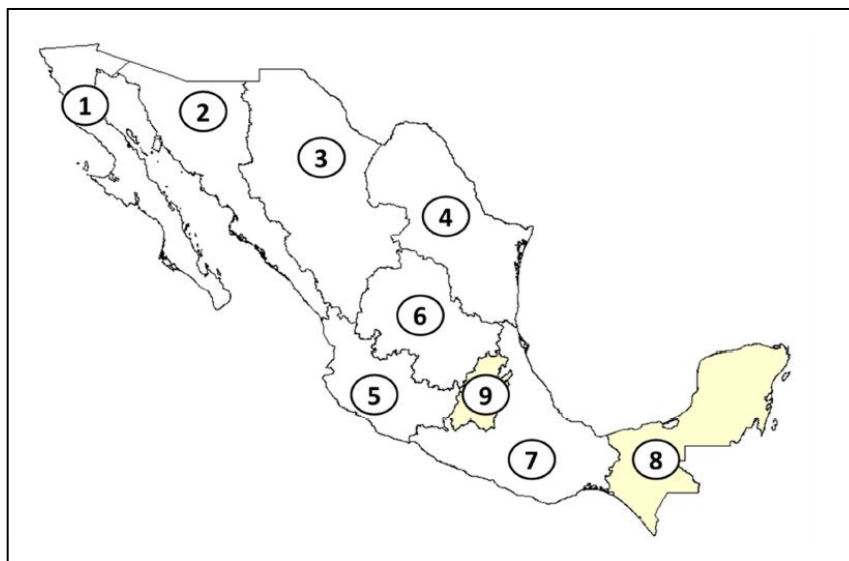
http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/images/stories/resolucionesconatel/2012/RTV-679-24-CONATEL-2012-SEGMENTACI%C3%93N.pdf

<http://www.qualcomm.com/media/documents/files/fdd-tdd-comparison.pdf>

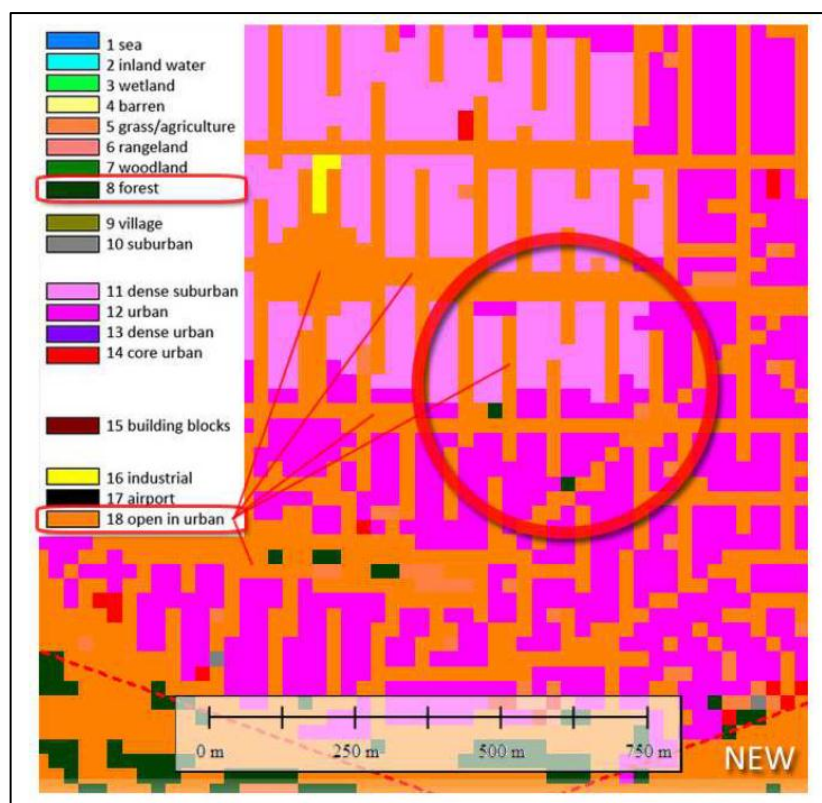
<http://www.policytracker.com/headlines/mexico-adopts-apt-plan>

11. APÉNDICES

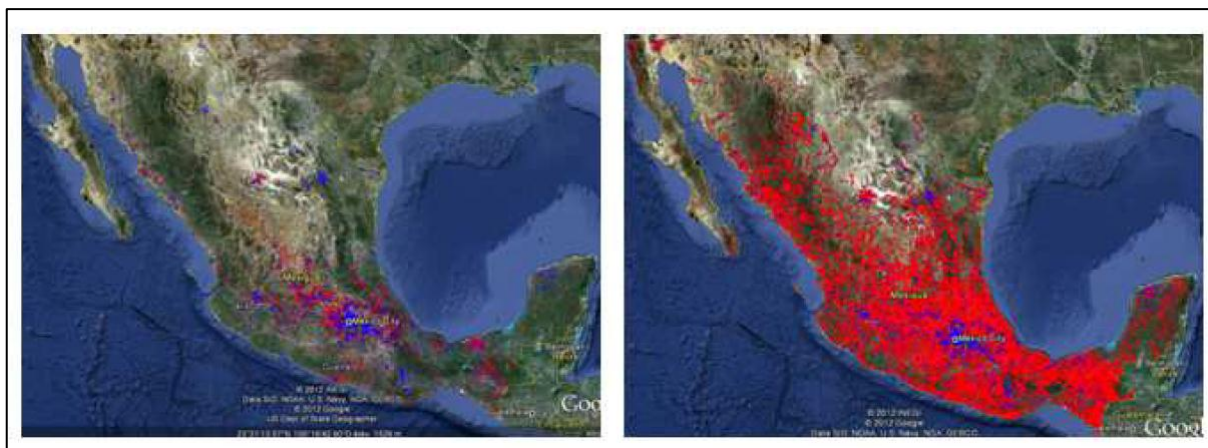
a) MAPAS



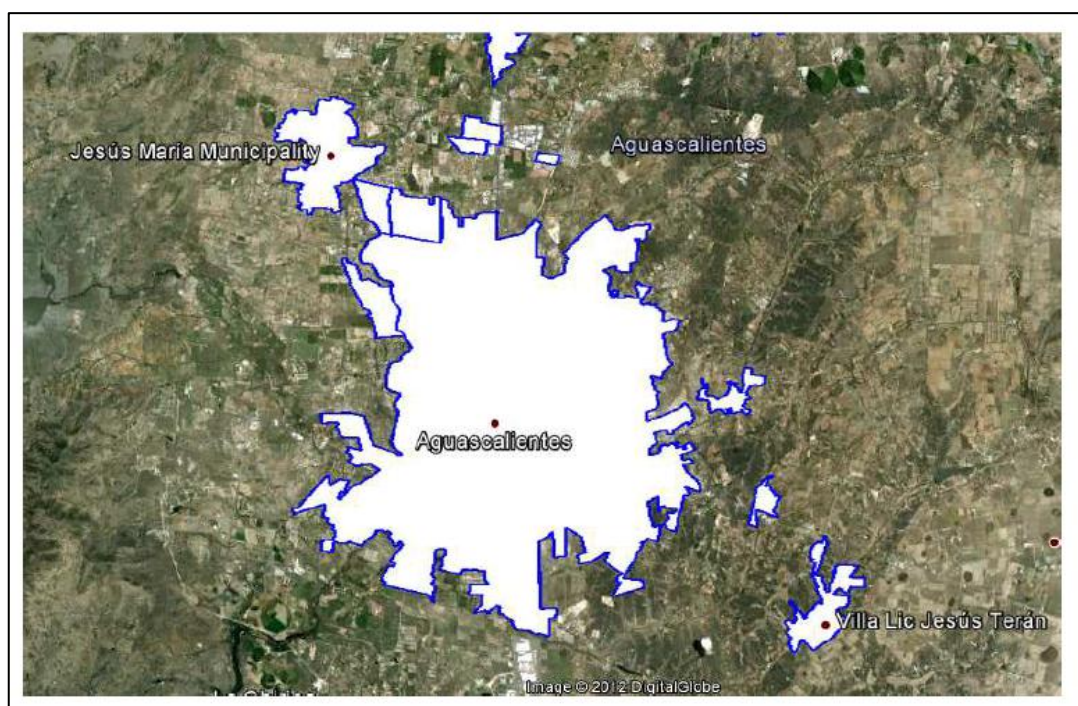
Mapa 6.6



Mapa 6.7



Mapa 8.4-3



mapa 8.4.1

b) TABLAS

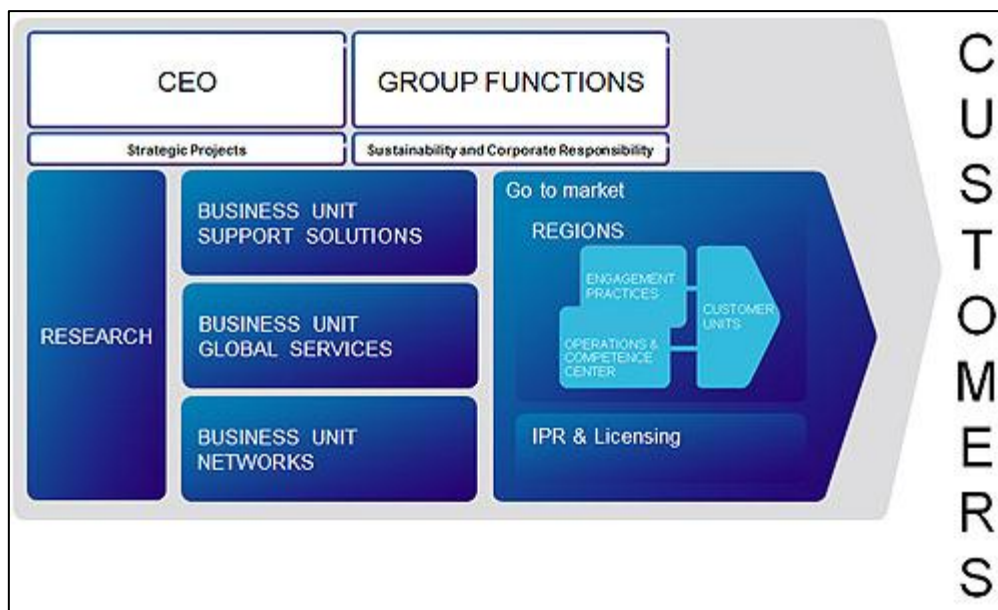


Tabla 7.5

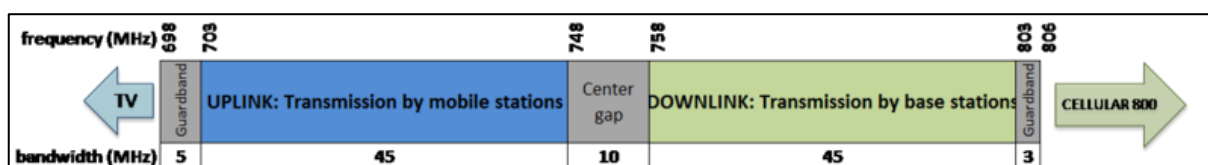
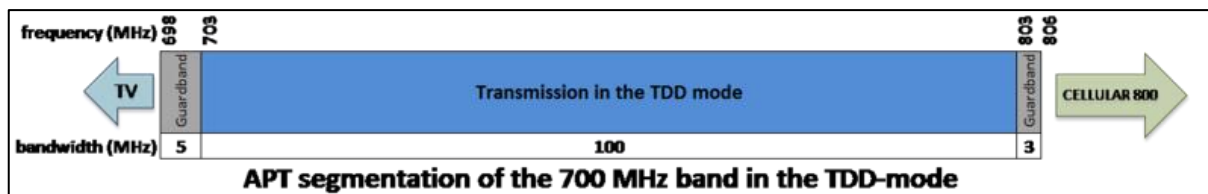
**APT segmentation of the 700 MHz band in FDD-mode****APT segmentation of the 700 MHz band in the TDD-mode**

Tabla 8.1.2

	US Plan	APT Plan
Escala de usuarios	400 millones de usuarios	4 billones de usuarios
Cantidad de espectro para uso comercial	37%	83%
Espectro dedicado para uso publico	16%	0%
Numero de 2X10 MHz que puede ser soportado en la red	2	4
Numero de 2X15 MHz que puede ser soportado en la red	0	3
Numero de 2X20 MHz que puede ser soportado en la red	0	2
Portabilidad de red a otra in la misma banda	No	Si
Modelo de conectividad legal, apoyo economico y servicios	Red dedicada, espectro dedicado, inversion publica y privada	Red comercial, capacidad dedicada y garantizada, inversion privada aunque tambien se puede hacer inversion publica
Costo de covertedura para toda la poblacion	\$800 millones	\$150 Millones
Minimo de tiempo para el desarrollo y generar la covertedura de la red en la ciudad de Mexico	2.5 años	1.5 años

Tabla 8.2

Tipos de ciudad	Población mínima
Grandes ciudades	1 000 000
Ciudades mayores	500 000
Ciudades menores	100 000
Ciudades pequeñas	0

Tabla 8.4.1

Radios de los sitios de LTE (Km)					
256 kbps	700	850	1900	AWS	2.6
Urbano	1.03	1	0.45	0.49	0.32
MU	1.62	1.58	0.71	0.77	0.50
SU	3.56	3.45	1.56	1.69	1.20
Rural	11.31	10.97	4.86	5.27	3.73
512 kbps	700	850	1900	AWS	2.6
Urbano	0.89	0.86	0.39	0.42	0.28
MU	1.40	1.36	0.61	0.66	0.43
SU	3.07	2.98	1.35	1.46	1.04
Rural	9.66	9.37	4.15	4.50	3.19

Tabla 8.4.1_1

c) GRAFICOS

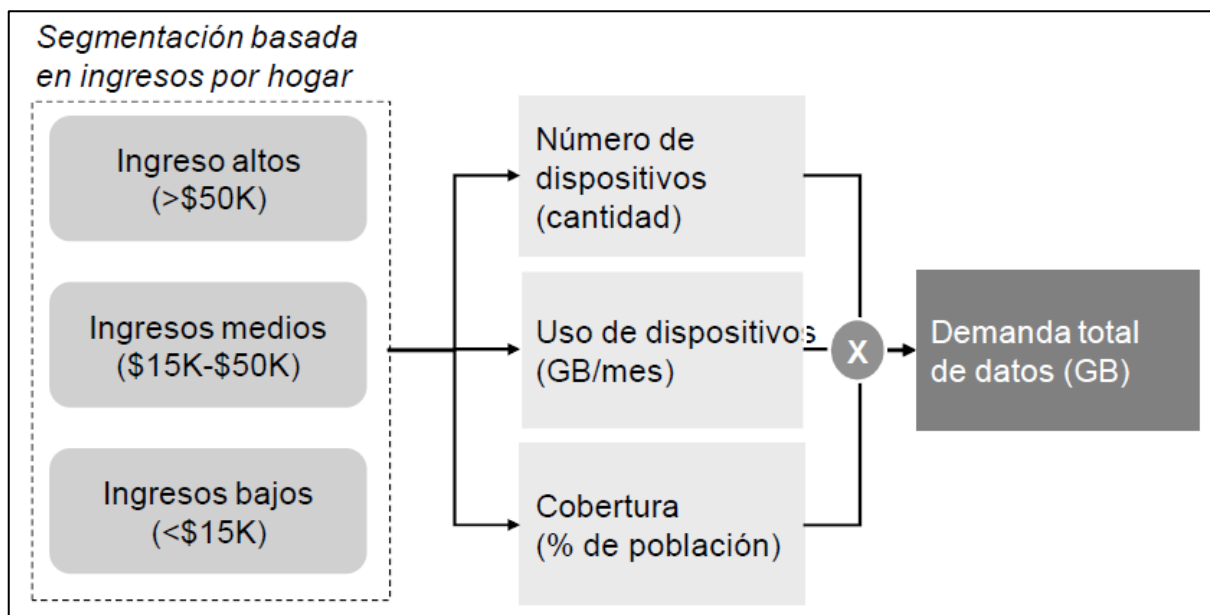


Grafico 8.4

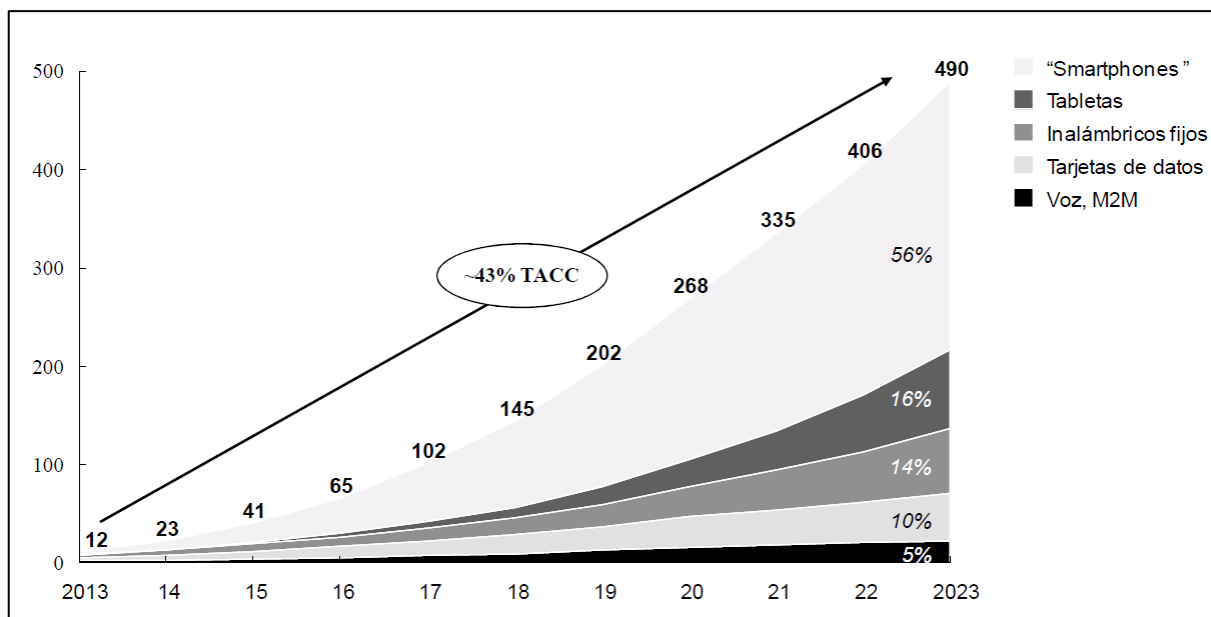


Grafico 8.4-1

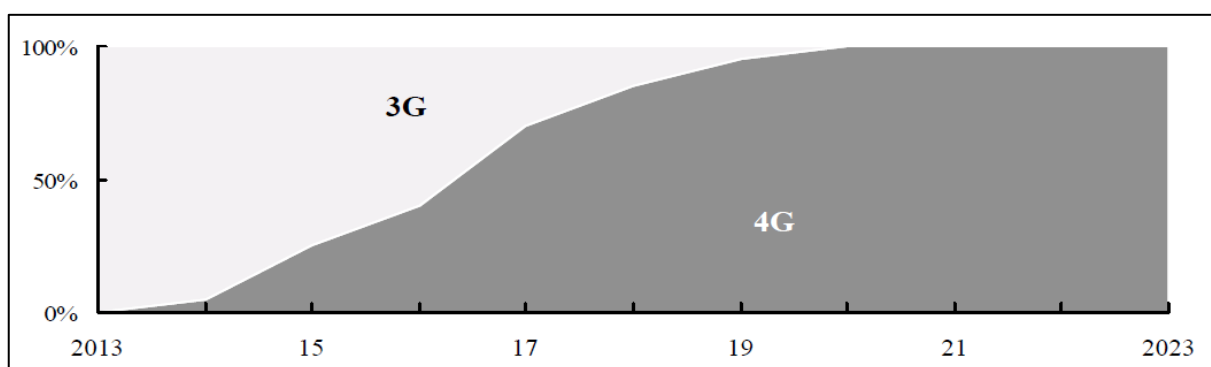


Grafico 8.4-2

d) FIGURAS

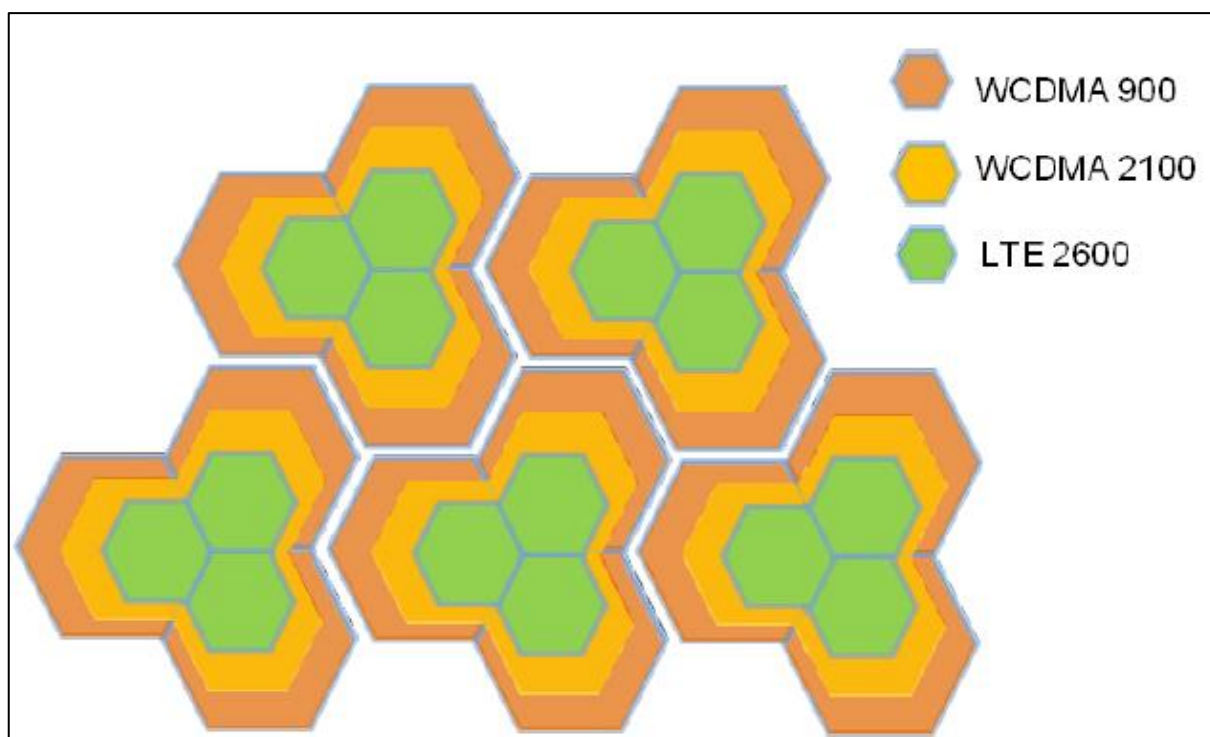


Figura 8.6

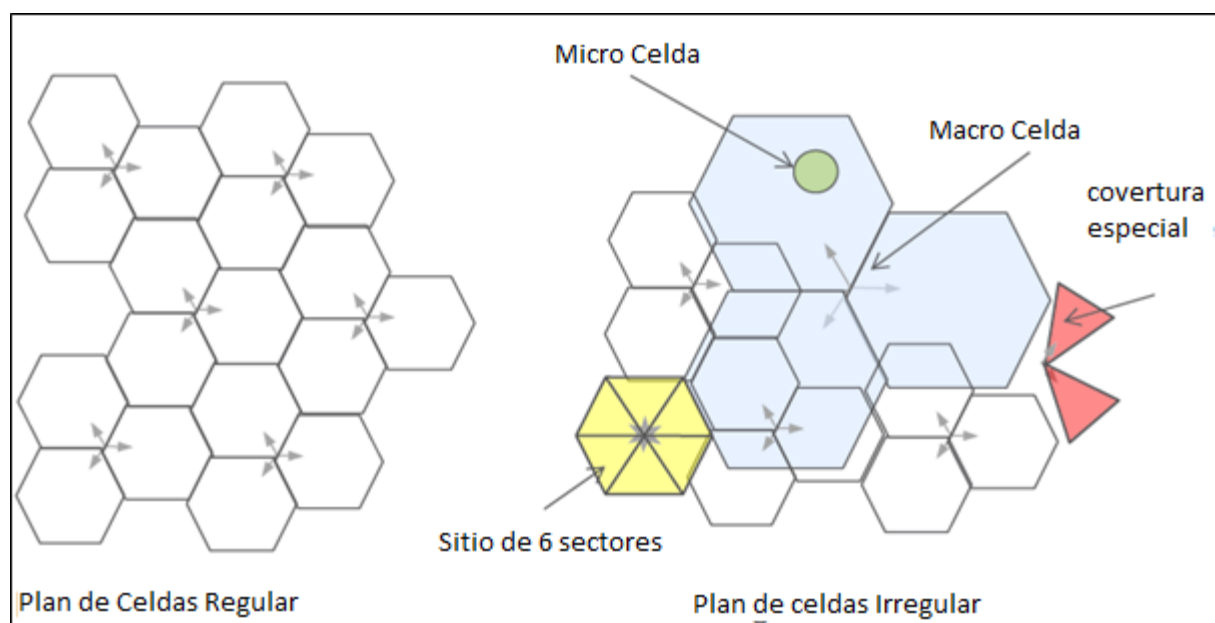


Figura 8.6_1